Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 15, No. 1, Apr. May. 2019, p.55- 65

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 15، شماره 1، فروردین-اردیبهشت 1398 ص.65-55

تاثیر صمغ‌های دانه لوکاست و زانتان به‌عنوان جایگزین چربی بر خواص فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی کیک روغنی

مریم زائری[1]- سیمین اسداللهی[2*]- مهناز هاشمی روان[2]

تاریخ دریافت: 1396/05/25
تاریخ پذیرش: 1397/05/22

چکیده

کیک یکی از فرآورده‌های مهم غلات و محصولی از آرد گندم بوده که دارای انواع مختلف و با کالری‌های متفاوت می‌باشد. جایگزین‌های چربی ترکیباتی هستند که جهت تأمین تمام یا برخی از خواص چربی به‌کار می‌روند در حالی که نسبت به آن کالری کمتری تولید می‌کنند. قابل توجه این که در محصولات قنادی، جایگزین‌های چربی بر پایه کربوهیدرات، به علت دارا بودن مزایای فنی و اقتصادی، در مقایسه با سایر جایگزین‌ها، بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند که یکی از این جایگزین‌ها، صمغ‌ها می‌باشند. در همین راستا در تحقیق حاضر، جایگزین کردن بخشی از چربی با صمغ‌های دانه لوکاست و زانتان هرکدام به تنهایی در سطوح 0/2، 0/4 و 0/6 درصد، مخلوط آن‌ها به‌طور مساوی شامل 0/1، 0/2 و 0/3 درصد همچنین مخلوط نامساوی آن‌ها به‌صورت (0/2 و 0/4) و (0/4 و 0/2) مورد بررسی قرار گرفت. طبق نتایج، تیمار حاوی (0/6درصد صمغ زانتان) از بیشترین مقدار حجم، ارتفاع، رطوبت و تیمار شاهد از کمترین مقدار چربی و ویسکوزیته برخوردار بودند. همچنین تیمار حاوی (0/6 درصد صمغ لوکاست) دارای کمترین دانسیته اما تیمار شاهد دارای بیشترین مقدار صفت مذکور بودند. با توجه به نتایج آزمون بیاتی در روزهای اول، هفتم و پانزدهم، بیشترین مقدار سفتی بافت در تیمار شاهد اما کمترین مقدار آن در تیمار حاوی(0/6 درصد صمغ زانتان) مشاهده گردید. با لحاظ نمودن کلیه صفات، تیمار حاوی ترکیبی از 0/2 درصد صمغ لوکاست و 0/4 درصد صمغ زانتان، به‌عنوان مطلوب‌ترین تیمار از نظر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی نسبت به شاهد و سایر تیمارها معرفی گردید.

واژه های کلیدی: کیک روغنی، جایگزین چربی، صمغ لوکاست، صمغ زانتان.

مقدمه

غلات و فرآورده‌های آن بخش مهمی از رژیم غذایی انسان‌ها را در سراسر جهان به‌خود اختصاص داده‌است. مواد مذکور از لحاظ تغذیه‌ای منبع مهمی از پروتئین، کربوهیدرات، ویتامین‌های گروه B، آهن و فیبر می‌باشند و سهم مهمی در تأمین انرژی و پروتئین مورد نیاز بدن انسان دارند. یکی از مهم‌ترین فرآورده‌های حاصل از غلات، کیک است. کیک از جمله محصولات نانوایی محسوب می‌گردد که مصرف مداوم و طولانی مدت آن سبب چاقی و به‌خطر انداختن سلامتی به‌واسطه وجود مقادیر زیاد چربی و شکر در فرمولاسیون آن می‌شود. چربی‌ها و روغن‌ها منابع غنی انرژی بوده و حدود 9 کیلوکالری بر گرم انرژی تولید می‌کنند که تقریباً دو برابر مقدار انرژی دریافتی توسط کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها می‌باشد و به همین دلیل است که امروزه جایگزین کردن بخشی از چربی موجود در فرمولاسیون محصولات مورد توجه قرار گرفته است (Lee *et al*., 2005). کاهش چربی در فرآورده‌های غذایی بسیار دشوار است زیرا چربی باعث ایجاد ظاهر، عطر، طعم، احساس دهانی و بافت مطلوب در ماده غذایی می‌گردد. بنابراین در اکثر فرآورده‌های غذایی در هنگام حذف چربی، از یک افزودنی دیگر که بتواند نقش چربی را ایفا کرده و باعث تولید محصول مطلوب شود، استفاده می‌گردد. جایگزین‌های چربی ترکیباتی هستند که جهت تأمین تمام یا برخی از خواص چربی به‌کار می روند در حالی که نسبت به آن کالری کمتری تولید می‌کنند. عموماً جایگزین‌های چربی به دو گروه، چربی و تقلیدکننده‌های چربی طبقه‌بندی می‌شوند. جایگزین‌های چربی قابلیت جایگزینی به نسبت یک به یک را داشته و اغلب بر پایه لیپید می‌باشند اما تقلیدکننده‌های چربی، جهت تقلید خواص چربی به‌کار برده می‌شوند و قابلیت جایگزینی به نسبت یک به یک را ندارند. عموماً تقلیدکننده‌های چربی بر پایه کربوهیدرات و پروتئین می‌باشند (Ognean *et al*., 2006). طبق بررسی‌های به‌عمل آمده، در محصولات قنادی، جایگزین‌های چربی بر پایه کربوهیدرات، به علت دارا بودن مزایای فنی و اقتصادی، در مقایسه با سایر جایگزین‌ها، بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند که یکی از این

1 و 2- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران.

(* - نویسنده مسئول: Email: asadollahi@iauvaramin.ac.ir)
DOI: 10.22067/ifstrj.v0i0.66890

جایگزین‌ها، صمغ‌ها می باشند. صمغ‌ها پلی‌ساکاریدهایی هستند که از ترشحات گیاهی، جلبک‌های دریایی و منابع میکروبی به‌دست می‌آیند. این ترکیبات در غلظت‌های کم توانایی تولید محصولاتی با ویسکوزیته بالا را داشته و به‌طور گسترده در تهیه ژل و به‌عنوان پایدارکننده و سوسپانسیون‌کننده مورد استفاده قرار می‌گیرند (Sowmya *et al*., 2009). صمغ زانتان یک پلی‌ساکارید بوده که توسط میکروارگانیسم *زانتاموناس کامپستریس*[1] تولید می‌شود و دارای واحدهای پنتاساکارید تکرارشونده است. این ماده پودری سفید یا زرد بسیارکمرنگ، بدون طعم، بو، مزه و غیرسمی بوده و خواص رئولوژیک منحصر به فردی دارد به‌طور مثال در آب سرد و گرم به‌خوبی حل شده و از غلظت بسیار کم آن در آب، محلولی با غلظت بالا حاصل می‌شود. محلول این ماده سیالی شبه پلاستیک بوده و گرانروی آن با افزایش نرخ تنش، کاهش می‌یابد. از دیگر خواص این ماده می‌توان به پایداری ویسکوزیته محلول تا نزدیکی نقطه جوش اشاره نمود. همچنین در مقایسه با دیگر مواد مشابه مانند کربوکسی متیل سلولز و صمغ گوار، ساختار این صمغ با اعمال تنش شکسته شده اما با حذف تنش مجددا به ساختار اولیه خود بر می‌گردد (Smith and Hong-Shum, 2011). صمغ لوکاست اندوسپرم آسیاب شده دانه خرنوب می‌باشد که به‌صورت وسیع در اسپانیا و دیگر کشورهای مدیترانه‌ای رشد می‌کند. این صمغ به‌صورت پودر سفید یا قهوه‌ای رنگ بوده و ساختار اصلی این گالاکتومان، زنجیره‌های خطی از واحدهای D- مانوز پیرانوز با اتصالات گلیکوزیدی می‌باشد. صمغ لوبیای لوکاست حلالیت کمی در آب سرد دارد اما با حرارت دیدن در دمای 80 درجه سانتی‌گراد به مدت 10 دقیقه، به‌طور کامل هیدراته می‌شود که نهایتا منجر به تشکیل محلول بسیار ویسکوز و سودوپلاستیک می‌گردد. مولکول‌های صمغ لوبیای لوکاست، حجم هیدرودینامیکی بالایی داشته و از طریق ارتباط با مولکول‌های مجاور، سبب ایجاد خواص ویسکوز می‌شوند. برهمکنش‌های سینرژیستی این صمغ با پلی‌ساکاریدهای دیگر از قبیل سلولز، به‌ویژه کاپاکاراگینان و صمغ زانتان، منجر به تشکیل ژل می‌گردد (Khouryieh *et al*., 2015). صمغ لوبیای لوکاست از لحاظ پاسخ به اعمال برش، دارای تنش تسلیم صفر بوده و خیلی زود سیال می‌شود. ویسکوزیته بالای محلول این صمغ می‌تواند سبب ایجاد ظاهر ژل‌مانند در آن شود اما در حقیقت این محلول، سودوپلاستیک بوده، در اثر حرارت طولانی مدت در دماهای بالا و سرعت‌های برشی زیاد دچار کاهش سریع ویسکوزیته می‌گردد. این صمغ به‌عنوان قوام‌دهنده، پایدارکننده، نگهدارنده رطوبت، افزایش‌دهنده عطر و طعم و جایگزین‌کننده چربی، کاربرد زیادی در محصولات لبنی، نانوایی، ژله‌ای و نوشیدنی دارد (Gidley and Reid, 2006). ریخته‌گری و همکاران (1390)، تاثیر هیدروکلوئید زانتان را در دو غلظت 0/5 و 0/1 درصد وزنی- وزنی بر پایه آرد، بر ویژگی‌های فیزیکی و حسی نان بربری مورد مطالعه قرار دادند. طبق نتایج، با افزودن زانتان، خواص فیزیکی و مقبولیت کلی نان بهبود یافت. زانتان موجب افزایش قوام خمیر، بالا رفتن میزان جذب آب، افزایش زمان گسترش خمیر، روشن‌تر شدن رنگ پوسته و نرم شدن مغز نان گردید. قابل توجه این که نمونه‌های حاوی 0/5 درصد صمغ زانتان، بالاترین کیفیت و کمترین تغییرات نامطلوب را طی دوره نگهداری نشان دادند (ریخته‌گری و همکاران، 1390). آریایی و همکاران (1395)، تاثیر برخی هیدروکلوئیدها و امولسیفایرها را بر برخی خواص رئولوژیکی و حسی کیک روغنی مورد بررسی قرار دادند. در تحقیق مذکور، تخم‌مرغ و چربی اشباع از فرمول حذف و سه صمغ سلولز میکروکریستاله و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و زانتان و دو امولسیفایر گلیسرول منواستئارات و سدیم استئارویل لاکتیلات و ایزوله پروتئین آب پنیر به‌عنوان جایگزین مورد استفاده قرار گرفتند. طبق نتایج، بین هیدروکلوئیدها، زانتان بیشترین تاثیر را بر دانسیته و ویسکوزیته خمیر داشت و سلولز میکرو کریستاله توانست از نظر شاخص بافت، بیشترین امتیاز را کسب کند. نتایج این پژوهش نشان داد که بعضی از هیدروکلوئیدها به‌همراه ایزوله پودر آب پنیر و امولسیفایر می‌توانند جایگزینی مناسب برای تخم‌مرغ و روغن اشباع در فرمولاسیون کیک باشند (آریایی و همکاران، 1395). Gomez و همکاران (2006) عملکرد هیدروکلوئیدهای مختلف نظیر آلژینات سدیم، کاراگینان، پکتین، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز، صمغ لوکاست، گوار و صمغ زانتان را بر کیفیت کیک لایه‌ای زرد مورد مطالعه قرار دادند. طبق نتایج، به‌جز زمانی که پکتین مورد استفاده قرار گرفت، پذیرش کلی کیک‌های لایه‌ای، با افزودن هیدروکلوئید بهبود یافت. عرب شیرازی و همکاران (2012) روند جایگزینی تخم‌مرغ با صمغ زانتان و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز را در کیک اسفنجی مورد مطالعه قرار دادند. طبق نتایج، جایگزینی صمغ‌ها سبب بهبود جذب آب، زمان توسعه خمیر و زمان مقاومت خمیر گردید. علاوه بر آن، سطح زیر منحنی مقاومت به کشش و ضریب مقاومت خمیر در برابر کشش نمونه‌های حاوی صمغ‌ها در مقایسه با نمونه شاهد بیشتر شد. همچنین در تمامی تیمارها نسبت به شاهد، رطوبت افزایش اما پروتئین کاهش نشان داد. قابل توجه این که کیک‌های اسفنجی حاوی صمغ‌ها از کیفیت حسی مطلوب‌تری برخوردار بودند (ArabShirazi *et al*., 2012). موحد و خلعتبری (2014) تاثیر استفاده از صمغ زانتان و آرد سیب‌زمینی را بر خواص رئولوژیکی خمیر و کیفیت نان تست مورد مطالعه قرار دادند. در تحقیق مذکور مقادیر 5، 10 و 15 درصد از آرد سیب‌زمینی به‌همراه 0/5 و 1 درصد از هیدروکلوئید زانتان در ترکیب با آرد گندم به‌منظور تهیه نان تست استفاده گردید. با توجه به نتایج، تیمارهای حاوی 10 و 15 درصد آرد سیب‌زمینی و 1 درصد زانتان باعث تقویت خمیر شدند و نتایج بهتری

1 *Xanthomonas compestris*

را نسبت به سایر تیمارها داشتند. هم‌چنین تیمارهای حاوی 5 درصد آرد سیب‌زمینی و 0/5 درصد زانتان از بیشترین میزان نرمی بافت و هم‌چنین کمترین میزان بیاتی در بازه‌های زمانی 24، 48 و 72 ساعت پس از پخت، برخوردار بود (Movahed and Khalatbari., 2014). Khouryieh و همکاران (2015) تاثیر مخلوط صمغ زانتان و لوکاست بین را بر خواص فیزیکوشیمیایی، پایداری اکسیداتیو پروتئین آب پنیر و پایداری امولسیون روغن در آب، مورد بررسی قرار دادند. طبق نتایج، بالاترین ویسکوزیته ظاهری امولسیون، همچنین بیشترین دوفازی و از سوی دیگر کمترین میزان اکسیداسیون چربی‌ها پس از 8 هفته نگهداری، در تیمارهای حاوی مخلوط زانتان و لوکاست بین مشاهده شد. امروزه غلات و فرآورده‌های آن بیش از 70 درصد کل کالری رژیم غذایی روزانه را تأمین می‌کنند. از سوی دیگر افزایش آگاهی عمومی در زمینه ارتباط بین سلامتی و تغذیه، سبب تمایل بیشتر افراد برای خرید محصولات کم‌چرب، کم‌کالری و حاوی سدیم کمتر، شده است. بنابراین تهیه محصولات غله‌ای کم چرب، هدف اکثر کارخانجات غذایی می‌باشد و این پدیده، محققین صنعت غذا را بر آن داشته تا راهکارهایی جهت کاهش چربی مواد غذایی ارائه دهند ضمن آن‌که خواص کاربردی چربی نیز حفظ گردد. حال همان‌طور که بیان شد از مهم‌ترین راهکارها در این زمینه استفاده از انواع مختلف جایگزین‌های چربی می‌باشد. لذا در تحقیق حاضر تاثیر صمغ دانه لوکاست و زانتان به‌عنوان جایگزین چربی بر برخی خواص فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی کیک روغنی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

ابتدا مواد اولیه به‌منظور تولید کیک روغنی شامل آرد گندم 78% (دانه خورشید، ایران)، صمغ زانتان (FUFENG، چین)، صمغ لوکاست (Seed Gum، ایتالیا)، تخم‌مرغ (تلاونگ، ایران)، بیکینگ پودر و امولسیفایر (آذرنوش شکوفه، ایران)، نمک (صدف، ایران)، شکر(هدیه، ایران) و روغن (بهشهر، ایران) تهیه شدند. نتایج مربوط به آزمون‌های شیمیایی انجام شده بر روی آرد گندم مصرف شده همچنین تیمارهای تحقیق به‌ترتیب در جدول‌های 1 و 2 ارایه شده‌اند.

جدول 1- ویژگی‌های شیمیایی آرد گندم مصرف شده در تولید کیک روغنی

نوع ماده	رطوبت(٪)	خاکستر(٪)	پروتئین(٪)	چربی (٪)	pH	گلوتن مرطوب(٪)
آرد گندم	11/194	0/47	11/26	9/54	5/73	28/1

جدول 2- تیمارهای تحقیق

نوع صمغ	تیمارها											
	0	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2
زانتان (٪وزنی)	2	0/2	0/4	0/6	0	0	0	0/1	0/2	0/3	0/2	0/4
لوکاست (٪وزنی)	0	0	0	0	0/2	0/4	0/6	0/1	0/2	0/3	0/4	0/2

تولید کیک روغن

قبل از هرچیز باید بیان داشت که در پژوهش حاضر، هدف کاهش مقدار چربی در فرمولاسیون کیک به میزان 10 درصد بود که در تمام تیمارها به یک میزان اعمال گردید. جهت تولید کیک روغنی، در مرحله اول تخم‌مرغ به همراه شکر و امولسیفایر موجود در فرمولاسیون، توسط مخلوط کنی با دور بالا به مدت 3 دقیقه کاملاً مخلوط شدند. در مرحله دوم، روغن و آب به مخلوط اضافه و با دور بالای همزن، مخلوط گردیدند. در مرحله سوم، آرد، وانیل، بیکینگ پودر، شربت اینورت و نمک اضافه و در ادامه به مدت 3 دقیقه با سرعت متوسط، عمل مخلوط کردن انجام شد. در مرحله چهارم، خمیر به‌دست آمده از مرحله قبلی به درون قالب‌های مورد نظر ریخته شدند و در داخل فری با دمای 175°C و به مدت 30 دقیقه پخته شدند. پس از سپری شدن زمان مورد نظر، سینی های حاوی کیک از فرخارج شدند و تا سرد شدن کامل در دمای اتاق قرار گرفتند (راست‌منش، 1387). در نهایت کیک‌ها در داخل بسته‌بندی‌های پلی‌اتیلنی، بسته‌بندی شده و تا اتمام انجام آزمایشات مورد نظر، در دمای اتاق نگهداری شدند. فرمولاسیون کیک شامل: آرد 35 درصد، روغن 10درصد، آب 17 درصد، اینورت 2 درصد، تخم‌مرغ 10/9 درصد، شکر 22درصد، امولسیفایر 1/5درصد، نمک 0/3 درصد، بیکینگ پودر 1/2 درصد وانیل 0/1درصد بودند (دامن افشان و همکاران، 1394).

آزمون تعیین ویسکوزیته خمیر

جهت اندازه‌گیری ویسکوزیته خمیر کیک از دستگاه بروکفیلد (DV-II+programmable) استفاده گردید (Ashwini *et al.*, 2009).

آزمون تعیین دانسیته خمیر

جهت انجام این آزمون از روش استاندارد AACC به شماره 21-54 استفاده شد(Anonymous, 2003).

آزمون‌های فیزیکو شیمیایی نمونه‌های کیک

آزمون‌های شیمیایی مختلفی نظیر اندازه‌گیری رطوبت (طبق استاندارد بین‌المللی AACC به شماره 16-44)، خاکستر (AACC به شماره 01- 08)، پروتئین (AACC به شماره 46-12)، چربی (AACC به شماره 10-30) بر روی نمونه‌های آرد گندم همچنین بر روی کیک‌های تولید شده انجام پذیرفت. همچنین برای تعیین میزان سفتی بافت نمونه‌های کیک به روش دستگاهی، با استفاده از دستگاه بافت‌سنج (Hounsfield H5KS، آلمان)، از روش استاندارد AACC به شماره 30-74 استفاده شد. این آزمون در فواصل زمانی یک، هفت و پانزده روز پس از پخت کیک‌ها و در سه تکرار انجام گرفت. به‌منظور ارزیابی بافت کیک‌های روغنی، از آزمون فشردن (کمپرس) استفاده شد به‌گونه‌ای که نمونه‌ها بر روی صفحه مخصوص قرار داده شدند و نیروی لازم جهت نفوذ یک پروب با انتهای گرد و به قطر 2 میلی‌متر و با سرعت 100 میلی‌متر در دقیقه به داخل کیک، قرائت گردید. حداکثر نیروی لازم به‌عنوان شاخصی از سفتی لحاظ گردید. قابل توجه این که مقادیر نیرو برابر 50 درصد ضخامت نمونه‌ها بود. در این آزمون n-point برابر با 15 و Extention Rang برابر با 20 در نظر گرفته شد (Anonymous,1986). برای اندازه‌گیری حجم از روش جایگزینی حجم با دانه‌های کلزا (روش هنری سایمون) مطابق با استاندارد AACC به شماره 10-72 استفاده شد (Lee *et al.*, 2006). همچنین رنگ نمونه‌ها پس از پخت، از طریق اندازه‌گیری سه شاخص L^*، a^* و b^* و به کمک دستگاه هانترلب (Hunter lab D25-Dp9000) انجام پذیرفت. از سوی دیگر جهت اندازه‌گیری تغییرات ارتفاع ناشی از افزودن صمغ زانتان و صمغ لوکاست، از یک کولیس استفاده شد به‌گونه‌ای که نمونه‌های مورد نظر بین تیغه‌های دهانه کولیس قرار داده شدند و از روی نمایشگر این دستگاه، ارتفاع نمونه‌ها، اندازه‌گیری گردید (Hussein *et al.*, 2011).

آزمون ارزیابی ویژگی‌های حسی (ارگانولپتیکی) نمونه‌های کیک

برای ارزیابی ویژگی‌های ارگانولپتیکی نمونه‌های کیک روغنی، از تجزیه و تحلیل خصوصیات کیک با کاربرد حواس پنجگانه استفاده گردید. ملاک عمل، نظر و تمایل شخصی افراد متخصص و آموزش دیده نسبت به محصول بود. در این تحقیق، ابتدا نمونه‌ها کدگذاری شدند و ویژگی‌های حسی نظیر رنگ، طعم و بافت آن‌ها با استفاده از روش هدونیک 9 نقطه‌ای توسط 10 نفر ارزیاب آموزش دیده مورد بررسی قرار گرفتند (Hussein *et al.*, 2011).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش (غیر از آنالیز داده‌های مربوط به بیاتی دستگاهی که با استفاده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شد) از طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در سطح احتمال α=%1 و توسط نرم‌افزار SPSS نسخه 16 صورت پذیرفت.

نتایج وبحث

نتایج آزمون‌های دانسیته و ویسکوزیته خمیر کیک روغنی

نتایج مقایسه میانگین آزمون‌های دانسیته و ویسکوزیته نمونه‌های خمیر در جدول 3 نشان داده شده است.

جدول 3- نتایج مقایسه میانگین آزمون‌های دانسیته و ویسکوزیته نمونه‌های خمیرکیک روغنی حاوی درصدهای مختلف صمغ‌های دانه لوکاست و زانتان

تیمار	ویسکوزیته (cP)	دانسیته (g/cm^3)
A0	$0/05\pm0/02^{i}$	$0/47\pm0/08^{a}$
A1	$0/27\pm0/02^{d}$	$0/44\pm0/02^{b}$
A2	$0/48\pm0/02^{b}$	$0/38\pm0/02^{c}$
A3	$0/60\pm0/02^{a}$	$0/33\pm0/01^{d}$
C1	$0/43\pm0/03^{c}$	$0/43\pm0/02^{b}$
C2	$0/24\pm0/03^{de}$	$0/40\pm0/02^{b}$
C3	$0/21\pm0/03^{ef}$	$0/33\pm0/02^{d}$
D1	$0/12\pm0/02^{g}$	$0/33\pm0/02^{d}$
D2	$0/46\pm0/02^{bc}$	$0/33\pm0/02^{d}$
B1	$0/17\pm0/03^{f}$	$0/43\pm0/02^{b}$
B2	$0/09\pm0/03^{gh}$	$0/40\pm0/02^{b}$
B3	$0/06\pm0/03^{hi}$	$0/30\pm0/01^{e}$

درهر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال 1درصداختلاف معنی‌دار ندارند.

ویسکوزیته

طبق جدول 3، بیشتربن مقدار ویسکوزیته در تیمار A3 و کمترین مقدار آن در تیمار A0 مشاهده گردید ($p\leq0.01$). به عبارتی افزودن صمغ‌ها در سطوح مختلف موجب افزایش ویسکوزیته نمونه‌های خمیر نسبت به شاهد گردید. دلیل نتایج حاصل، واکنش بین صمغ‌ها با پروتئین آرد به‌خصوص گلوتن می‌باشد که منجر به استحکام شبکه گلوتن و افزایش ویسکوزیته خمیر شده است. از سوی دیگر ترکیبات حاوی صمغ زانتان به دلیل وجود گروه‌های هیدروکسیل بیشتر و در نتیجه وجود پیوندهای هیدروژنی قوی‌تر از ویسکوزیته بیشتری برخوردار بودند. امیرآبادی و همکاران (1391) بیان نمودند که افزایش غلظت صمغ‌های زانتان و قدومه شهری از 0/1 به 0/3 درصد موجب افزایش ویسکوزیته خمیر می‌گردد (امیرآبادی و همکاران، 1391). موحد و همکاران (2011) نیز بیان نمودند که ویژگی جذب بالای آب در

ساختار صمغ‌ها در ایجاد محلول‌های ویسکوز موثر است (Movahed *et al.*, 2011).

دانسیته

با توجه به جدول 3، بیشترین مقدار دانسیته در تیمار A0 و کمترین مقدارآن در تیمار B3 مشاهده گردید ($p≤0.01$). بنابر تحقیقات به عمل آمده، در زمان مخلوط کردن خمیر کیک، حباب‌های هوا در ساختار خمیر تشکیل می‌شود که میزان و اندازه این حباب‌ها در کیفیت محصول نهایی بسیار اثرگذار است. بنابراین حفظ حباب‌های هوای تشکیل شده در مرحله مخلوط کردن و جلوگیری از خروج آنها بسیار مهم می‌باشد. طبق نتایج، با افزودن سطوح مختلف صمغ، دانسیته خمیر کاهش یافت که از دلایل آن میتوان به جذب آب و میزان حباب های هوای موجود در خمیر اشاره نمود. نکته قابل توجه این‌که تیمارهای حاوی صمغ لوکاست از کاهش دانسیته بیشتری برخوردار بودند که علت آن وجود مقدار کمی چربی (1 درصد) در فرمولاسیون آن می‌باشد که این چربی در نگهداری حباب‌های هوا تاثیرگذار است. Ashwini و همکاران (2009) در تحقیقات خود بیان نمودند که افزودن سطوح مختلف صمغ‌ها موجب افزایش جذب آب و افزایش هوادهی در خمیرهای تولیدی می‌گردد. سوهان آجینی و همکاران (1396) در تحقیقات خود بیان نمودند که کیک‌های روغنی حاوی بیشترین مقادیر صمغ، ازکمترین میزان دانسیته برخوردار بودند.

خصوصیات فیزیکوشیمیایی نمونه‌های کیک روغنی

نتایج مقایسه میانگین برخی آزمون‌های فیزیکوشیمیایی انجام شده بر روی کیک‌های روغنی نظیر رطوبت، چربی، ارتفاع، حجم، L^*، a^* و b^* به‌ترتیب در جدول‌های 4 و 5 نشان داده شده است.

رطوبت

با توجه به جدول 4، بیشترین مقدار رطوبت در تیمار A3 و کمترین مقدارآن در تیمار A0 مشاهده گردید ($p≤0.01$). طبق نتایج، با افزایش میزان صمغ، رطوبت نمونه‌های کیک افزایش یافت که علت آن وجود گروههای هیدروکسیل در این ترکیبات می‌باشد که با آب پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند و منجر به ثبات شبکه گلوتنی خمیر، نگهداری بهتر آب خمیر،کاهش بیاتی و سفتی محصول می‌گردند. البته بیشتر بودن مقدار رطوبت در تیمارهای حاوی صمغ زانتان نسبت به نمونه‌های حاوی صمغ لوکاست را می‌توان به بیشتر بودن گروه‌های هیدروکسیل موجود در صمغ زانتان نسبت داد. Davidou و همکاران (1996) در تحقیقات خود نشان دادند که افزودن صمغ‌ها موجب افزایش رطوبت در نان می‌گردد. موحد و همکاران (1393) بیان داشتند که افزودن صمغ‌ها تاثیر مثبت و معنی‌داری در افزایش رطوبت نان دارد (موحد و همکاران، 1393).

چربی

طبق جدول 4، بیشترین مقدار چربی در تیمار A0 و کمترین مقدارآن در تیمار A3 مشاهده گردید ($p≤0.01$). طبق نتایج، با افزایش میزان صمغ، چربی نمونه‌ها کاهش یافت. دلیل کاهش چربی در نمونه‌های کیک حاوی صمغ، مصرف آنها در فرمولاسیون کیک‌های تولیدی به جای روغن بود. Sowmya و همکاران (2009) در تحقیقات نشان دادند که افزودن صمغ‌ها در کیک و کلوچه موجب کاهش چربی آنها می‌شود.

جدول 4- نتایج مقایسه میانگین برخی آزمون‌های فیزیکوشیمیایی انجام شده بر روی کیک‌های روغنی حاوی درصدهای مختلف صمغ‌های دانه لوکاست و زانتان

تیمار	رطوبت(٪)	چربی (٪)	ارتفاع (cm)	حجم(cm^3)
A0	$20/68 \pm 0/04^f$	$16/70 \pm 0/08^a$	$5/5 \pm 0/03^f$	30 ± 2^e
A1	$22/41 \pm 0/2^b$	$13/6 \pm 0/1^{fg}$	$5/95 \pm 0/05^c$	40 ± 2^c
A2	$22/70 \pm 0/03^{ab}$	$13/2 \pm 0/1^{hi}$	$6/1 \pm 0/1^{ab}$	44 ± 1^{ab}
A3	$22/73 \pm 0/03^a$	$12/8 \pm 0/2^i$	$6/2 \pm 0/1^a$	45 ± 1^a
C1	$22/60 \pm 0/1^b$	$13/5 \pm 0/1^g$	$6/00 \pm 0/05^{bc}$	42 ± 1^{bc}
C2	$21/88 \pm 0/06^c$	$13/7 \pm 0/1^{ef}$	$5/85 \pm 0/05^d$	40 ± 2^c
C3	$21/80 \pm 0/08^c$	$13/76 \pm 0/06^e$	$5/85 \pm 0/05^d$	37 ± 2^d
D1	$21/59 \pm 0/05^d$	$14/30 \pm 0/1^{cd}$	$5/85 \pm 0/05^d$	37 ± 2^d
D2	$22/65 \pm 0/05^b$	$13/10 \pm 0/1^h$	$6/05 \pm 0/05^b$	43 ± 1^b
B1	$21/64 \pm 0/05^d$	$13/30 \pm 0/1^d$	$5/85 \pm 0/05^d$	37 ± 2^d
B2	$21/22 \pm 0/04^e$	$13 \pm 0/1^c$	$5/6 \pm 0/04^e$	35 ± 2^d
B3	$21/10 \pm 0/02^e$	$12/6 \pm 0/06^b$	$5/6 \pm 0/04^e$	30 ± 2^e

درهر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال 1درصداختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول 5- نتایج مقایسه میانگین آزمون‌های رنگ‌سنجی انجام شده برروی کیک‌های روغنی حاوی درصدهای مختلف صمغ‌های دانه لوکاست و زانتان

تیمار	L*	a*	b*
A0	52/12±0/1g	4/88±0/08a	35/62±0/1a
A1	70/30±0/05c	3/42±0/04e	24/56±0/32e
A2	76/69±0/03b	2/7±0/03f	22/09±0/1f
A3	78/52±0/02a	2/5±0/04g	21/22±0/02g
C1	76/12±0/6b	3/38±0/06e	24/12±0/43e
C2	67/41±0/04d	3/48±0/04d	26/81±0/3d
C3	67/40±0/03d	3/52±0/04d	27/12±0/2d
D1	64/96±0/4e	4/30±0/02b	32/61±0/32b
D2	76/62±0/08b	2/73±0/03f	22/14±0/1f
B1	65/20±0/03e	4/01±0/04c	30/11±0/05c
B2	61/42±0/04f	4/31±0/04b	32/86±0/2b
B3	61/29±0/2f	4/32±0/06b	32/92±0/2b

درهر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال 1 درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

ارتفاع

طبق جدول 4، بیشترین مقدار ارتفاع در تیمار A3 و کمترین مقدارآن در تیمار A0 مشاهده گردید ($p \leq 0.01$). ارتفاع کیک ارتباط مستقیمی با حجم نمونه‌ها دارد به‌طوری‌که با کاهش حجم، ارتفاع نمونه‌های کیک نیز کاهش خواهد یافت که با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش مطابقت دارد. بنابر نتایج به‌دست آمده در این پژوهش، هرچه میزان صمغ به‌کار رفته در ساختار محصول افزایش یافت، در مقابل از میزان چربی کاسته شد و به تدریج ارتفاع کیک‌های مورد نظر نیز افزایش پیدا کرد. علت نتیجه حاصل آن است که با افزایش صمغ‌ها، آب بیشتری جذب نمونه‌هاگردید که نتیجه آن افزایش ویسکوزیته و حبس شدن هوای بیشتر در مرحله عمل‌آوری خمیر بود. از سوی دیگر در مرحله پخت، خروج هوای محبوس شده و گاز دی اکسیدکربن از مهم‌ترین عوامل موثر بر افزایش ارتفاع کیک، می‌باشند. موحد و همکاران (1392) در تحقیقات خود گزارش کردند که با افزایش سطوح مصرف صمغ‌ها و در نتیجه افزایش حجم، ارتفاع نمونه‌ها افزایش یافت (موحد و همکاران، 1392). Gomez و همکاران (2006) در تحقیقات خود اظهار داشتند که افزودن صمغ زانتان و لوکاست موجب افزایش ارتفاع تیمارها نسبت به نمونه شاهد گردید.

حجم

طبق جدول 4، بیشترین مقدار حجم در تیمار A3 و کمترین مقدارآن در تیمار A0 مشاهده گردید ($p \leq 0.01$). طبق نتایج به‌دست آمده در این تحقیق، با افزایش میزان صمغ، حجم نمونه‌ها افزایش یافت. دلیل افزایش حجم در نمونه‌های حاوی صمغ، افزایش گرانروی خمیر، کند شدن سرعت انتشار گاز، حفظ آن در مراحل اولیه پخت و در نتیجه حبس کردن گاز CO_2 و بخار آب در سلول‌های هوا است. Gomez و همکاران (2006) در تحقیقات نشان دادند که تاثیر هیدروکلوئیدها بر حجم کیک به دلیل افزایش ویسکوزیته خمیر است که در تغییر سرعت انتشار گاز طی مراحل اولیه پخت کمک می‌کند. ویسکوزیته پایین تر خمیر طی پخت یکی از دلایل کاهش حجم محصول است. موحد و همکاران (2011) اظهارداشتند که افزودن صمغ زانتان و هیدروکسیل پروپیل متیل در کیک‌های اسفنجی سبب افزایش جذب آب، مقاومت خمیر و حجم کیک‌های تولیدی در مقایسه با نمونه شاهد می‌گردد (Movahhed *et al*., 2011).

شاخص رنگ L*

با توجه به جدول 5، بیشترین مقدار L* در تیمار A3 و کمترین مقدارآن در تیمار A0 مشاهده گردید ($p \leq 0.01$). طبق نتایج، افزودن صمغ‌ها موجب افزایش شاخص رنگی L* در مقایسه با نمونه شاهد گردیدند. دلیل افزایش شاخص رنگی L* در تیمارهای حاوی صمغ را می‌توان به رنگ تیره صمغ‌ها و از طرفی دیگر به واکنش قهوه‌ای شدن در فرمولاسیون کیک‌های تولیدی نسبت داد. Lee و همکاران (2005) اظهار داشتند که مصرف صمغ‌ها در فرمولاسیون نان، موجب بهبود رنگ و طلایی شدن آن می‌شود. سوهان آجینی و همکاران (1396) در تحقیقات خود اظهار نمودند که افزودن صمغ زانتان و گوار در کیک روغنی موجب افزایش شاخص رنگی L* نسبت به نمونه شاهد گردید (سوهان آجینی و همکاران، 1396).

شاخص رنگ a*

طبق جدول 5، بیشترین مقدار a* در تیمار A0 و کمترین مقدارآن در تیمار A3 اندازه‌گیری شد ($p \leq 0.01$). با توجه به نتایج به‌دست آمده، افزودن سطوح مختلف صمغ‌ها موجب کاهش شاخص رنگی a* گردید.

علت این نتیجه مربوط به میزان رطوبت پوسته، شدت واکنش مایلارد و میزان ترکیبات رنگی روشن و درخشنده در کیک می‌باشد (Movahhed and Mirzaei, 2013).

شاخص رنگ *b

طبق جدول 5، بیشترین مقدار *b در تیمار A0 و کمترین مقدارآن در تیمار A3 مشاهده گردید ($p\leq0.01$). با توجه به نتایج، افزودن سطوح مختلف صمغ‌ها موجب کاهش شاخص رنگی *b در تیمارهای حاوی آن گردید. موحد و همکاران (2012) عنوان نمودند که افزودن صمغ‌های زانتان و هیدروکسیل پروپیل متیل در کیک‌های اسفنجی بدون تخم‌مرغ، سبب افزایش ذرصد جذب آب و بهبود خصوصیات کیفی بافت و بهبود رنگ (افزایش *L و کاهش *a و *b) در مقایسه با نمونه شاهد می‌گردد (Movahhed and Mirzaei, 2013).

بافت‌سنجی

نتایج مقایسه میانگین تاثیر متقابل (تیمار× زمان) بر شاخص بافت نمونه‌های کیک روغنی حاوی مقادیر مختلف صمغ‌های دانه لوکاست و زانتان در فواصل زمانی 1، 7 و 15 روز پس از پخت در جدول 6 نشان داده شده است.

طبق جدول مقایسه میانگین 6، بیشترین میزان سفتی در تیمار A0 و در روز پانزدهم اما کمترین مقدار آن در روز اول و در تیمار A3 مشاهده گردید ($p\leq0.01$). طبق نتایج، افزایش سطوح مصرف صمغ‌های زانتان و لوکاست باعث کاهش بیاتی نمونه‌ها گردید. به‌طور کلی علت سفتی بافت یا بیاتی محصولات نانوایی و کیک تا حد زیادی وابسته به میزان قابلیت باند کردن آب و یا از دست دادن آن طی دوره نگهداری محصول می‌باشد. در تحقیق حاضر به نظر می‌رسد که کاربرد صمغ‌ها به دلیل ایجاد اتصالات هیدروژنی قوی با پروتئین گلوتن و تشکیل شبکه‌های با ثبات گلوتنی، سبب حفظ بیشتر رطوبت و کاهش بیاتی نمونه‌های کیک شده است. Gomez و همکاران (2006) در تحقیقات خود نشان دادند که هیدروکلوئیدها با تاثیر بر روی ساختار نشاسته سبب بهبود توزیع و نگهداری آب و در نتیجه باعث بهبود بافت فرآورده‌های پخت می‌شوند. موحد و میرزایی (2013) نیز دریافتند که افزودن صمغ زانتان به کیک لایه‌ای موجب افزایش قدرت نگهداری رطوبت و پایدار کردن ساختار خمیر طی پخت و بهبود بافت محصول می‌شود (Movahhed and Mirzaei, 2013).

آزمون حسی

نتایج مقایسه میانگین برخی آزمون‌های حسی انجام شده بر روی نمونه‌های کیک‌های روغنی نظیر بافت، طعم، رنگ و پذیرش کلی در جدول 7 نشان داده شده است.

طبق جدول 7، بیشترین امتیاز ویژگی‌های حسی بافت، طعم، رنگ و پذیرش کلی در تیمار 2 اما کمترین مقدارآن‌ها در تیمار A0 مشاهده گردید ($p\leq0.01$).

جدول 6- نتایج مقایسه میانگین تاثیر متقابل (تیمار× زمان) بر شاخص بافت نمونه‌های کیک روغنی حاوی مقادیر مختلف صمغ‌های دانه لوکاست و زانتان

تیمار	زمان (روز)		
	اول	هفتم	پانزدهم
A0	5/46[f]	10/3[c]	14/49[a]
B3	4/19[g]	6/34[e]	8/50[b]
B2	3/84[h]	5/73[f]	7/80[d]
D1	3/67[h]	5/61[f]	7/79[d]
B1	3/36[h]	5/53[f]	7/71[d]
C3	3/30[h]	5/19[f]	7/38[d]
C2	2/62[i]	4/66[g]	6/03[e]
A1	2/59[i]	3/24[h]	3/98[h]
C1	1/73[j]	2/85[i]	3/86[h]
D2	1/64[j]	2/72[i]	3/84[h]
A2	1/64[j]	2/72[i]	3/81[h]
A3	1/60[j]	10/3[c]	2/84[i]

میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال 1درصداختلاف معنی‌دار ندارند.

در ارتباط با بافت، علت نتیجه حاصل وجود رطوبت بالا در نمونه‌ها و ایجاد کمپلکس‌های قوی هیدروژنی بین صمغ‌ها با نشاسته و گلوتن آرد می‌باشد (موحد،1390). Lee و همکاران (2006) در تحقیقات خود نشان دادند که به‌کارگیری صمغ‌های زانتان و گوار سبب کاهش میزان سفتی بافت کیک‌های تولیدی می‌گردد که علت آن را به وجود مقادیر بالای ترکیبات فیبری به‌خصوص بتا گلوکان موجود در صمغ‌های گوار و زانتان نسبت دادند. همچنین افزودن صمغ‌ها موجب افزایش امتیاز حسی طعم تیمارها گردید که دلیل آن وجود ترکیبات آلدئیدی موجود در صمغ‌های زانتان و لوکاست می‌باشد. سوهان آجینی و همکاران (1396)، در تحقیقات خود به نتایج مشابهی دست یافتند (سوهان آجینی و همکاران، 1396). از سوی دیگر با افزودن صمغ‌های دانه لوکاست و زانتان، امتیاز حسی رنگ افزایش یافت که علت این نتیجه را می‌توان به واکنش مایلارد نسبت داد. موحد و همکاران (1392) نیز در تحقیقات خود به نتایج مشابهی دست یافتند (موحد و همکاران، 1392). در مجموع افزودن سطوح مختلف صمغ‌ها موجب افزایش امتیاز پذیرش کلی نمونه‌ها در مقایسه با نمونه شاهدگردید که علت آن را می‌توان به وجود صمغ‌های زانتان و لوکاست نسبت داد که از خواص کاری ویژه و مناسبی برخوردارهستند. امیرآبادی و همکاران (1391) در تحقیقات خود عنوان نمودند که افزودن صمغ‌های زانتان و قدومه شهری در کیک،

سبب بهبود اکثر ویژگی‌های حسی آن در مقایسه با نمونه شاهد می‌شود (امیر آبادی و همکاران، 1391).

جدول 7- نتایج مقایسه میانگین برخی آزمون‌های حسی انجام شده بر روی کیک‌های روغنی حاوی درصدهای مختلف صمغ‌های دانه لوکاست و زانتان

تیمار	بافت	طعم	رنگ	پذیرش کلی
D2	7/5±0/3a	6/6±0/1a	7/41±0/1a	7±0/2a
A2	7/3±0/2a	6/5±0/1ab	7/25±0/2b	6/8±0/2a
A3	7/2±0/3a	6/3±0/3bc	7/20±0/2b	6±0/1b
C1	6/08±0/01b	6/1±0/2c	7/08±0/2b	6±0/1b
A1	5/3±0/1c	6/1±0/2c	7±0/2bc	5/8±0/2b
C2	5/2±0/1c	6/08±0/2c	7±0/2bc	5±0/1c
C3	4/7±0/1d	5/3±0/1d	6/8±0/2cd	5±0/1c
B1	4/5±0/2d	5/3±0/1d	6/6±0/2de	4/8±0/2c
D1	4/3±0/4de	5/1±0/2d	6/5±0/2ef	4±0/1d
B3	4±0/3ef	4/6±0/1e	6/3±0/2fg	4±0/1d
B2	3/8±0/2f	4/6±0/1e	6/1±0/2g	4±0/1d
A0	2/5±0/1g	4/1±0/2f	4/5±0/2h	3/2 ±0/3e

درهر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال 1درصداختلاف معنی‌دار ندارند.

نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر تاثیر سطوح مختلف صمغ‌های زانتان و لوکاست بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر، فیزیکوشیمیایی، حسی و بافت نمونه‌های کیک روغنی مورد بررسی قرارگرفت. طبق نتایج، با کم کردن 10 درصد چربی در فرمولاسیون و افزودن صمغ‌های زانتان و لوکاست میزان رطوبت، ارتفاع، حجم، ویسکوزیته خمیر و شاخص *L نمونه‌های کیک نسبت به شاهد افزایش اما میزان چربی، دانسیته خمیر، شاخص‌های *a و *b و سفتی بافت کاهش یافت. به عبارت دیگر جایگزینی صمغ‌های زانتان و لوکاست سبب بهبود اکثر خصوصیات رئولوژیکی خمیر، بافتی، فیزیکوشیمیایی و حسی نمونه‌های کیک گردید. همچنین در مقایسه بین دو صمغ زانتان و لوکاست، تیمارهای حاوی مقادیر بیشتر از صمغ زانتان از ویژگی‌های مطلوب‌تری برخوردار بودند. در نهایت با توجه به نتایج، تیمار D2 (حاوی 0/2 صمغ لوکاست و 0/4 درصد صمغ زانتان) به‌عنوان بهترین تیمار معرفی گردید.

منابع

آریایی، پ.، قنبری، م.، عبدالله‌پور، م.، 1395، تاثیر برخی هیدروکلوئیدها و امولسیفایر ها برخواص رئولوژیکی و حسی کیک روغنی، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، 55(13)،200-193.

امیرآبادی، س.، کوچکی، ا.، محبی، م.، 1391، بررسی اثر صمغ های زانتان و قدومه شهری بر خواص رئولوژیکی، فیزیکی و ساختاری کیک شیفون کم چرب، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد، صفحه107.

دامن‌افشان، پ.، صالحی فر، م.، غیاثی طرزی، ب.، باخدا، ح.،1394، بررسی تاثیر اینولین بر خصوصیات کیفی کیک روغنی، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، 46(12)، 48-41.

راست منش، ر.، 1387، فن آوری کیک و کلوچه، چاپ اول، نشر علوم کشاورزی، صفحات 30-34.

ریخته‌گری، ص.، قنبری، ب.، غیاثی، ب.، 1390، اثر هیدروکلوئید زانتان در دو غلظت 0/5 درصد و 0/1 درصد وزنی- وزنی بر پایه آرد بر ویژگی های فیزیکی و حسی نان بربری، مجله علوم کشاورزی، 42(2)، 213-205.

سوهان آجینی، ع.، موحد، س.، احمدی چنارین، ح.، 1396، تاثیر صمغ های گوار و زانتان به عنوان جایگزین بخشی از چربی بر خواص کیفی کیک روغنی، فصلنامه علوم و صنایع غذائی، شماره 69، دوره 14، 306-295.

موحد، س.، 1390، علم نان، انتشارات مرز دانش، صفحه149.

موحد س.، ژرفی، س.، احمدی چنارین، ح.، 1392، بررسی ویژگی های رئولوژیکی خمیر و ارگانولپتیکی نان های تست حاوی آرد موز، پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران، (9) 4، 359-365.

موحد، س.، ژرفی، س.، احمدی چنارین، ح.، وفایی، م.، 1393، تاثیر صمغ های گوار و کربوکسی متیل سلولز بر ویژگی های شیمیایی، رئولوژیکی، ارگانولپتیکی و بیاتی نان چاپاتی، مهندسی بیوسیستم ایران، 45 (1)، 36-31.

Anonymous, 1986, Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. Methods, 74, 09.

Anonymous, 2003, Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, S’t. Paul, MN. USA.

ArabShirazi, S., Movahhed, S. and Nematti, N., 2012, Evaluation of addition of Xanthan and Hydroxyl Propyl Methyl Cellulose gums on chemical and rheological properties of sponge cakes. *Annals of Biological Research*. 3 (1), 589-594.

Ashwini, A. and Jyotsna, R. and Indrani, D., 2009, Effect of hydrocolloids and emulsifiers on the rheological, microstructural and quality characteristics of eggless cake. *Food Hydrocolloids*, 23, 700-707.

Davidou, S., Lemeste, M., Bebever, E. and Bakaert, D., 1996, A contribution to the study of staling of white bread. Effect of water and hydrocolloid. *Food Hydrocolloids*, 10, 378-384.

Gidley, M. J., Reid, G., 2006, Galactomannans and other cell wall storage polysaccharides in seeds. In: AM Stephen, GO Philips, PA Williams (eds), Food Polysaccharides and Their Applications. 2th edn, CRC Press, Florida, 181-215.

Gomez, M., Ronda, F., Caballero, P. A., Blanco, C. A. and Rosell, C. M., 2006, Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. *Food Hydrocolloids*, 21(2), 167-173.

Hussein, E. A., El-Beltagy, A. E. and Gaafor, A. M., 2011, Production and quality evaluation of low calorie cake. *American Journal of Food Technology*, 6(9), 827−834.

Khouryieh, H., Puli, G., Williams, K. and Aramouni, F., 2015, Effects of xanthan-locust bean gum mixtures on the physicochemical properties and oxidative stability of whey protein stabilized oil-in-water emulsions. *Food Chemistry*, 167, 340-8.

Lee, S. and Inglett, G. E., 2006, Rheological and physical evaluation of Jet – Cooked oat bran in low calorie cookies. *International Journal of Food Science and Technology*, 41, 553-559.

Lee, S., Kim, S. and Inglett, G. E., 2005, Effect of shortening replacement with oatrim on the physical and rheological properties of cakes. *Cereal Chemistry*, 82(2), 120-4.

Movahed, S. and Khalatbari Mohseni, G., 2014, Evaluation the nutritional value and staling rate of toast breads fortified with xanthan gum and potato flour. *International Journal of Bio-Inorganic Hybrid Nanomaterials*, 3 (1), 43-48.

Movahhed, S. and Mirzaei, M., 2013, Evaluation of staling rate and quality of gluten-free toast breads onrice flour basis. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 5(01), 224-227.

Movahed, S., Rooshenas, G. H. and Ahmadi Chenarbon, H., 2011, Evaluation of the effect of liquid sourdough method on dough yield, bread yield and organoleptic properties Iranian Lavash bread. *World Applied Sciences Journal*, 15(7), 1054-1058.

Ognean, C. F., Darie, N. and Ognean, M., 2006, Fat replaces. *Journal of Agro alimentary processes and Technologies*,7(2), 442-443.

Smith, J. and Hong-Shum, L., 2011, Food Additives Data Book. Iowa: Blackwell Publishing, 978 p.

Sowmya, M., Jeyarani, T., Jyotsna, R. and Indrani, D., 2009, Effect of replacement of fat with sesame oil and additives on rheological, microstructural, quality characteristics and fatty acid profile of cakes. *Food Hydrocolloids*, 23, 1827-1836.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 15, No. 1, Apr. May. 2019, p.55- 65

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 15، شماره 1، فروردین-اردیبهشت 1398 ص.65-55

Effects of locust bean gum and xanthan gum as a fat substitute on the physicochemical, rheological and sensory properties of oil cake

M. Zaeri[1], S. Asadollahi[2*], M. Hashemiravan[3]

Received: 2017.08.16
Accepted: 2018.08.13

Introduction: Fat substitutes are the compounds that use for providing all or some fat properties, while producing fewer calories than it. It is noteworthy that in confectionary products, carbohydrate-based fat substitutes are more used than other substitutes because of having other technical and economic benefits and one of these substitutes is gum. In this regard, in the present research, the effects of locust bean gum and xanthan gum as a fat substitute on the physicochemical, rheological and sensory properties of oil cake were studied.

Materials and Methods: Treatments included: A0 (control), A1 (0.2% (w/w%) xanthan and 0% locust), A2 (0.4% (w/w%) xanthan and 0% locust), A3 (0.6% (w/w%) xanthan and 0% locust) B1 (0.2% (w/w%) locust and 0% Xanthan), B2 (0.4% (w/w%) locust and 0% Xanthan), B3 (0.6% (w/w%) locust and 0% Xanthan), C1 (0.1% (w/w%) locust and 0.2% xanthan), C2 (0.2% (w/w%) locust, and 0.2% xanthan), C3 (0.3% (w/w%) locust, and 0.3% xanthan), D1 (0.4% (w/w%) locust, and 0.2% xanthan) and D2 (0.2% (w/w%) locust and 0.4% xanthan). In order to produce an oil cake, in the first step, the eggs, the sugar and emulsifier in the formulation were completely mixed by mixer with high speed for 3 minutes. In the second step, the oil and water were added to the mixture and mixed by the mixer with high speed. In the third step, flour, vanilla, baking powder, invert syrup and salt were added and mixed for 3 minutes at medium speed. In the fourth step, the dough obtained from the previous stage was poured into the desired molds and cooked in an oven at 175 ^{o} C for 30 minutes. Finally, the cakes were packed in polyethylene bags and stored at room temperature. The tests performed on the dough included the density, viscosity and specific weight, as well as tests on the final product included the measurement of moisture, aw, volume, color, fat, height and sensory tests. On the other hand, to evaluate the effect of xanthan gum and locust gum on cake texture, the test of firmness was performed on days 1, 7 and 15. In order to analyze the data obtained from the experiment (except for the instrumental analysis of data on the staling conducted by using a factorial experiment in a completely randomized block design), a completely randomized design with three replications was used and the mean comparisons were conducted by Duncan's multiple range test, at the probability level of α=1% and by SPSS software version 16.

Results and Discussion: According to the results, adding gum at different levels increased the viscosity of the dough samples compared to the control. The reason for the results is that the reaction between the gums and the protein of flour, especially gluten, leads to the strength of the gluten network and the increase in viscosity of the dough. According to the results, with the addition of different levels of gum, the density of dough decreased, some reasons of which can be water absorption and the amount of air bubbles in the dough. According to the results, by increasing gum content, the moisture content of cake samples increased due to the presence of hydroxyl groups in these compounds that form a hydrogen bonding with water, resulting in the stability of the gluten dough network, better preservation of dough water, reduction of the staling and firmness of the product. Also, by increasing the amount of gum, the fat content of the samples decreased. The reason for decreasing the fat in the cake samples containing the gum was to use them in the formulation of produced cakes instead of oil. On the other hand, the height of the cake is directly related to the volume of the samples, so that the height of the cake samples will be decreased by decreasing the volume, which it is consistent with the results obtained in this study. According to the results obtained in this study, when the amount of gum used in the product structure increased, the amount of fat decreased, and gradually the height of the desired cakes also increased. Then, the volume of samples increased by increasing gum content. The reason for increasing in volume of the samples containing gum is increasing the viscosity of the dough, slowing down the gas release rate, maintaining it in the early stages of cooking, and thus retaining CO_2 and water vapor in the air cells. According to the results, the addition of gum increased the L * color

1 and 2. M.Sc Student and Assistant Professor, Department of Food Science, Varamin– Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.
(*- Corresponding Author Email: asadollahi@iauvaramin.ac.ir)

index compared to the control sample. The reason for the increase of L* color index in gum-based treatments can be attributed to the dark color of gums, and on the other hand, to the reaction of becoming brown in the formulation of cake production. Adding the different gum levels also decreased a* color index. This is due to the moisture content in the crust, the intensity of the Maillard reaction, and the amount of light and bright colored compounds in the cake. According to the results, adding different gum levels decreased the b* color index in the treatments containing it. Also, increasing the levels of xanthan and Locust gum consumption decreased the staling of samples. According to the results, the addition of gums to the treatments increased the sensory scores of flavor due to the presence of aldehyde compounds in xanthan and locust gums. Addition of Locust bean and xanthan gums also increased the sensory score of color. The reason for this result can be attributed to the Maillard reaction. Overall, the addition of different levels of gums increased the total acceptance score of samples compared to the control sample, which can be attributed to the presence of xanthan and locust gums which have the special and proper work properties. Finally, according to the results, D2 treatment was introduced as the best treatment.

Keywords*:* Oil cake; Fat substitute; Locust bean gum; Xanthan gum.